

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number : 03-166318

(43) Date of publication of application : 18.07.1991

(51)Int.Cl.

C21D 9/04

(21) Application number : 01-304903

(71)Applicant : NIPPON STEEL CORP

(22) Date of filing : 27.11.1989

(72)Inventor : FUKUDA KEIJI  
SUZUKI TAKEFUMI  
MAKINO YOSHIAKI  
YOSHITAKE HIROKI  
KAGEYAMA HIDEAKI

(54) METHOD FOR HEAT-TREATING RAIL

(57) Abstract:

**PURPOSE:** To manufacture a rail having uniform quality and excellent strength at head part and over the whole length in the longitudinal direction by blast-cooling the head top part or side part at the specific depth from the head top part in the rail having high temp. of the austenitic range just after forming with hot rolling under the specific condition.

**CONSTITUTION:** The temp. between 770–670° C in the position at 5mm below the top surface of head part in the rail 1 formed with the hot rolling and having high temp. of austenitic zone or more of the temp. of head part, is cooled by injection of gaseous medium for cooling from plural nozzles 5 in a header 4 at  $\leq 1.7$ – $7.0$ ° C/sec cooling velocity and successively, the temp. of the position at 5mm below the top surface of head part in the rail 1 is cooled to the temp. or lower shown with the inequality (1) with the same gaseous injection pressure. As the other way, after cooling the temp. between 767–667° C on the top surface of head part in the rail with the gaseous cooling medium from the nozzle 3 in the header 2 at  $\leq 1.7$ – $7.0$ ° C/sec cooling velocity, successively, the temp. on the top surface of head part in the rail is cooled down to the temp. or lower in the inequality (2) with the same gaseous injection pressure. The heat-treated rail having excellent wear resistance and damaging resistance over the whole length and uniform fine pearlite structure, is obtd.

丁酉年正月廿一  
己未年正月廿一

四

### トキ (Tc) : レール軸部端面における熱伝導の値

斯密子論

## Y (モード) レール類障害損傷下5-発音の音

$$T_{\text{eff}} \leq 663 + V_{\text{B}} \cdot (-35 \pm 2 + V_{\text{B}}) \quad (2)$$

四七

### Top (C) : レール跡捺壓痕面の冷却終了温度

總序

## Vol.12(4): レーザ顕微鏡画像の高速処理(1)

## ⑫公開特許公報 (A) 平3-166318

⑯Int. Cl. 5  
C 21 D 9/04識別記号 庁内整理番号  
8015-4K

⑬公開 平成3年(1991)7月18日

審査請求 未請求 請求項の数 2 (全9頁)

⑭発明の名称 レールの熱処理方法

⑯特 願 平1-304903

⑯出 願 平1(1989)11月27日

⑭発明者 福田 敬爾 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社第三技術研究所内

⑭発明者 鈴木 孟文 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社第三技術研究所内

⑭発明者 牧野 由明 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

⑭発明者 吉武 弘樹 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

⑯出願人 新日本製鐵株式会社 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

⑯代理人 弁理士 秋沢 政光 外1名

最終頁に続く

## 明細書

## 1. 発明の名称

レールの熱処理方法

## 2. 特許請求の範囲

(1) 圧延を終えたレールの頭部温度が、オーステナイト域以上である温度域から気体噴射流をレール頭部中央部に指向して噴射冷却するレールの熱処理方法において、レール頭部頭頂面下5mm位置の温度 770°C ~ 670°C 間を、1.7°C/s以上 7.0°C/s以下の冷却速度で冷却し、ひきつづき同一気体噴射圧力でレール頭部頭頂面下5mm位置の温度を下記(1)式の温度以下まで冷却することを特徴とするレールの熱処理方法。

$$T_e \leq 666 + V \cdot (-35 + 2 \cdot V) \dots \dots (1)$$

但し、

$T_e$  (°C) : レール頭部頭頂面下5mm位置の冷却終了温度

$V$  (°C/s) : レール頭部頭頂面下5mm位置の温度 770°C ~ 670°C 間の冷却速度

(2) 圧延を終えたレールの頭部温度が、オース

テナイト域以上である温度域から気体噴射流をレール頭部中央部に指向して噴射冷却するレールの熱処理方法において、レール頭部頭頂面の表面温度 767°C ~ 667°C 間を、1.7°C/s以上 7.0°C/s以下の冷却速度で冷却し、ひきつづき同一気体噴射圧力でレール頭部頭頂面の表面温度を下記(2)式の温度以下まで冷却することを特徴とするレールの熱処理方法。

$$T_{es} \leq 663 + V_s \cdot (-35 + 2 \cdot V_s) \dots \dots (2)$$

但し、

$T_{es}$  (°C) : レール頭部頭頂面の冷却終了表面温度

$V_s$  (°C/s) : レール頭部頭頂面の表面温度 767°C ~ 667°C 間の冷却速度

## 3. 発明の詳細な説明

## (産業上の利用分野)

本発明は、レールを熱間圧延を終えオーステナイト域以上の温度域から冷却して、頭部および長手方向に均質で所定の強度レベルのレールを製造する熱処理方法に関する。

## (従来の技術)

近年鉄道輸送は高軸荷重化、高速化を指向し、それにともなってレール頭部の摩耗や疲労が激しくなり、レールに要求される特性も一層激しさを増し、耐摩耗性や耐損傷性などのより優れた中間強度 ( $H_s > 300$ ) から高強度 ( $H_s > 340$ ) までの、種々の強度レベルのレールが要求されるようになってきた。これまでの研究から、微細なバーライト組織を有する鋼レールが、耐摩耗性や耐損傷性などの点で優れた特性を示すことが知られている。

このような鋼レールとして、例えば特公昭55-23885号公報に開示されているところの、特段の合金元素を添加することなくレール頭部を高温度に再加熱し、所定の温度域から冷却するとともに、ある温度区間を冷却制御して得られる熱処理レールがある。

またこのようなレールを得るための熱処理方法として、特開昭59-74227号公報に開示されているところの、多数のロールを有するローラー型拘束

装置を備え、多数の水噴霧ヘッダーと交互に設けられた多数の空気地帯をもつ冷却装置により、冷却装置の入口および出口温度監視制御システムによって冷却装置を作動させ、水噴霧と空気地帯で断続的に強制冷却する冷却方法とその冷却装置がある。

## (発明が解決しようとする課題)

しかしながら上述した従来のいずれの技術も、以下に述べるような問題がある。

すなわち特公昭55-23885号公報に開示の熱処理レールは、再加熱温度によってオーステナイト粒径が相違する。すなわちレールが高温度に再加熱されるにつれてオーステナイト粒径は粗大化し、同一冷却速度で冷却を行っても焼入れ性は向上し、硬度は高温度になるほど高くなる。そのためレール長手方向に再加熱温度のばらつきがあると硬度もばらつき、均一な微細バーライト組織を得ることができなくなる。したがって再加熱温度は厳密に温度ばらつきがないように均一に制御されている。そして高強度レールを得るために、普通炭素

鋼レールの場合約 $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ の冷却速度で冷却を行う。

しかし本発明者らの種々の研究実験によると、第1図に示す冷却開始温度と硬度の関係からも明らかなように、冷却温度が $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ の場合、冷却開始温度にばらつきがあると硬度もばらつく。すなわち冷却開始温度が高くなると硬度も高くなることが確かめられ、再加熱温度とあわせて冷却開始温度も所定の温度に硬度のばらつきがないように厳密に制御しなければならないという問題がある。

以上のように冷却開始温度のばらつきは硬度ばらつきを生じさせるが、圧延熱を利用したレールの熱処理を行う場合、圧延を終ったレールの長手方向 (圧延レール長さ、約 $100\text{m} \sim 150\text{m}$ ) の温度は、圧延素材加熱時のスキッドマーク、圧延時のデスケーリング水、圧延ロール冷却水や搬送ローラーとの接触などによる抜熱によって $100^{\circ}\text{C}$ 程度のばらつきが生じることは避けられない。そのため圧延を終えた圧延熱を有するレールを熱処理に適用するにあたっては、熱処理前にレール長手方向の温度を均一にする加熱・保熱炉などが必要

になる。このための加熱・保熱炉は、建屋面積、設備費およびランニングコストに多額の費用を必要とし、また生産性も著しく阻害するという問題がある。

つぎに特開昭59-74227号公報開示の熱処理方法と装置は、レール長手方向の緩やかな比較的小さい温度ばらつきに対しては有効であるが、レール長手方向の温度ばらつきが大きくなると、たとえば加熱時のスキッドマーク、ロール冷却水による偏冷却や搬送ローラーとの不規則な接触冷却などによる急な温度変動に対しては、水噴霧冷却および空気地帯のそれぞれの長さは、冷却設備上一定の長さの繰り返して固定されるため連続した冷却帶長さの可変ができず、レールの搬送速度の調整やステップ状の冷却帶長さの調整ではレール長手方向の安定した冷却制御は困難である。すなわち熱処理レールの高強度化に要求されるレール長手方向にも、硬度ばらつきの少ない微細バーライト組織を得ることは非常に難しいという問題がある。

また強制冷却と非冷却の繰り返し断続冷却を

行った場合、本発明者らの実験研究によると、断続冷却時の強冷却と非冷却の繰り返し数にもよるが、レール頭部断面硬度分布は頭部表面から内部に向けて硬度の高低が生じ、硬度分布にはらつきが生じる。その場合の組織は、頭部周方向に沿って微細なバーライト組織と、比較的層間の粗いバーライト組織が層状に断続冷却繰り返し数とほぼ同数生じていた。これは強冷却と弱冷却を繰り返すなかで、レール頭部断面内で頭表面から内部に向けて各位置で起るバーライト変態温度が内部からの復熱や変態発熱の影響を受けて変化し、変態が終了することが原因である。

本発明は、圧延を終って圧延熱を有したレールを熱処理するにあたって、レール長手方向にまた圧延レール毎に温度ばらつきがあっても加熱・保熱炉などによる加熱・均一保熱操作を行わないで、高強度、耐摩耗性、耐損傷性などの諸特性がレール頭部全断面と長手方向に亘って均一・均質化された熱処理レールを得ることができ、しかも生産性を損わないレールの熱処理方法を提供する。

面の表面温度 767°C ~ 667°C 間を、1.7°C/s 以上 7.0°C/s 以下の冷却速度で冷却し、ひきつづき同一気体噴射圧力でレール頭部頭頂面の表面温度を下記(2)式の温度以下まで冷却することを特徴とするレールの熱処理方法である。

$$T_{es} \leq 663 + V_s \cdot (-35 + 2 \cdot V_s) \dots \dots (2)$$

但し、

$T_{es}$  (°C) : レール頭部頭頂面の冷却終了表面温度

$V_s$  (°C/s) : レール頭部頭頂面の表面温度 767 °C ~ 667 °C 間の冷却速度

#### (作用)

以下作用とともに本発明について詳細に説明する。

本発明の方法は、圧延終了後の圧延熱を保有した圧延レールを、レール長手方向およびレール間において温度ばらつきのある圧延レールであっても、オーステナイト域温度以上から冷却して、均質な材質を保持した中間強度ないし高強度のレ

#### (課題を解決するための手段)

第1の発明は、圧延を終えたレールの頭部温度が、オーステナイト域以上である温度域から気体噴射流をレール頭部中央部に指向して噴射冷却するレールの熱処理方法において、レール頭部頭頂面下 5 mm 位置の温度 770°C ~ 670°C 間を、1.7°C/s 以上 7.0°C/s 以下の冷却速度で冷却し、ひきつづき同一気体噴射圧力でレール頭部頭頂面下 5 mm 位置の温度を下記(1)式の温度以下まで冷却することを特徴とするレールの熱処理方法である。

$$T_e \leq 666 + V \cdot (-35 + 2 \cdot V) \dots \dots (1)$$

但し、

$T_e$  (°C) : レール頭部頭頂面下 5 mm 位置の冷却終了温度

$V$  (°C/s) : レール頭部頭頂面下 5 mm 位置の温度 770°C ~ 670°C 間の冷却速度

第2の発明は、圧延を終えたレールの頭部温度が、オーステナイト域以上である温度域から気体噴射流をレール頭部中央部に指向して噴射冷却するレールの熱処理方法において、レール頭部頭頂

ルを安定して造り分けることができる。

通常圧延を終了した圧延レール長手方向(圧延長さ、約 100m ~ 150m)の頭部頭頂面の表面温度測定結果によると、温度ばらつきは約 80°C から 100°C である。圧延レールの先頭部は後端部より比較的高温度である。そして中間部においては部分的にスキッドマークや搬送ローラーなどの影響による温度ばらつきもある。また圧延されるレール間においても相当の温度ばらつきがある。したがって、このような圧延を終了した圧延レール長手方向の温度分布にはらつきがある場合、従来のような冷却(冷却速度、約 10°C/s)を行うと、レール長手方向に硬度ばらつきが生じることは明らかである。

そこで本発明者らは、冷却開始温度ばらつきがある場合について種々の開発実験を行った。まず普通炭素鋼系レールを用いて、レール頭部頭頂面下 5 mm 位置および 24 mm 位置に熱電対を埋め込み、レール頭部頭頂面下 5 mm 位置の冷却速度をそれぞれ 5°C/s, 7°C/s, 10°C/s として冷却開始温度を

変化させ、冷却したレールの硬度との関係を調べると、第1図のような結果が得られた。

第1図に示すように $10^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上の冷却速度では、冷却開始温度が上昇するにつれて硬度は上昇し、その影響を受けることは明らかで、 $7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下の場合は、冷却開始温度が変化してもほぼ一定の硬度であり、冷却開始温度の影響を受けないことがわかった。その影響を受けない冷却速度の上限は、約 $7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ である。またCrなどを添加した合金鋼レールを $3^{\circ}\text{C}/\text{s}$ で冷却した場合でも、冷却開始温度の影響を受けず十分な高強度が得られた。

これらの冷却速度は、前記のようにレール頭部に熱電対を埋め込み、第2図に示すように、レール1に対してレール頭部頭頂面冷却用ヘッダー2から気体冷却媒体をレール頭部中央部に指向してレール頭頂面を噴射冷却する冷却ノズル3、およびレール頭部頭側面および頭下面冷却用ヘッダー4から頭側面および頭部頭下面を噴射冷却する冷却ノズル5を設けたレール頭部冷却用ノズルで、所望の気体噴射圧力（噴射流量）を噴射してレー

テナイト域以上の温度域（約 $700^{\circ}\text{C}$ 以上）であればよいから、冷却開始温度が $770^{\circ}\text{C}$ 以下になることが有り得る。その場合は第4図のレール頭部頭頂面下 $5\text{ mm}$ 位置aの冷却曲線Aに点線で示すように、 $700^{\circ}\text{C}$ 付近で得られる温度勾配から点線で示したように、 $770^{\circ}\text{C}$ まで延長して $770^{\circ}\text{C}$ における時間を読み取り、 $670^{\circ}\text{C}$ に達した時の時間との差で冷却速度を求ることで $770^{\circ}\text{C}$ から $670^{\circ}\text{C}$ 間の冷却速度が得られる。この場合の冷却速度は $770^{\circ}\text{C}$ 以上から冷却した場合とほぼ同一の冷却速度となり、前記で定めた冷却速度と気体噴射冷却圧力（流量、ノズル距離）との関係を補正することなく用いることができる。

また $24\text{ mm}$ 位置bについては、レール頭部断面のほぼ中央に位置しており、レール頭部のバーライト変態の進行状態から冷却を終了する時間を判断することができる。それは冷却によってバーライト変態が開始するまで温度は緩やかに降下するが、バーライト変態が始まると変態発熱によって温度は上昇をはじめ、変態がほぼ終了すると温度

ル頭部の冷却を行い、必要な冷却速度と気体噴射圧力およびノズル距離との関係を定めておく。

第2図に示すような冷却ノズルを用いた場合の、冷却速度と気体噴射圧力（気体噴射流量、ノズル距離およびノズル抵抗係数などを含む）との関係は第3図に示すとおりである。このようにして所望の冷却速度を気体噴射冷却ノズルから噴射する所定の噴射圧力によってレールの冷却を行う。

ここで冷却速度を限定する温度域をレール頭部頭頂面下 $5\text{ mm}$ 位置で $770^{\circ}\text{C}$ から $670^{\circ}\text{C}$ とした理由は、第4図の冷却曲線に示すように、レール頭部頭頂面下 $5\text{ mm}$ 位置aおよび $24\text{ mm}$ 位置b（レール頭部断面中央部相当）に熱電対を埋め込み測定を行った結果、冷却速度の指標として、 $5\text{ mm}$ 位置aが $24\text{ mm}$ 位置bに比較して冷却速度が大きく、レール頭部硬度と冷却速度の関係を把握しやすいこと、および温度範囲をバーライト変態が開始する温度以上とすることによって冷却速度が変態熱による影響を受けないからである。ところが熱処理を行おうとするレール頭部の冷却開始温度は、オース

は再び降下をはじめる。冷却は最短時間として再び温度が降下を開始する時間をもって終了すればレール頭部全断面に亘ってバーライト変態を終了させることができ、所望の硬度の熱処理レールを製造することができる。

ところで本発明の特徴は、冷却開始温度にばらつきがあつても得られる材質にばらつきがないことにあるから、冷却開始温度にばらつきがある場合、冷却を開始するにあたって検出されたレール頭頂面表面温度の最も高い温度を冷却開始温度としてバーライト変態が終了する冷却停止温度までを冷却所要時間として、レール全長に亘って同時に冷却を開始して冷却を停止すると、バーライト変態の終了は時間的にばらつきが生じることになる。それはレール長手方向において部分的にバーライト変態が終了しても引き続き冷却が行われたため冷却停止温度は低温度となる。このような場合、冷却速度が $7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以上になると、レール頭部断面内においてレールにとって有害なミクロマルテンサイト組織が生成するという問題がある。特

に偏析があるような場合はマルテンサイト組織の生成が多くなる。しかし本発明のように $7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 以下で冷却を行えば、このような問題は生じない。また本発明における冷却速度の下限は $1.7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ である。これは所望する熱処理レールの硬度、例えば普通炭素鋼レールで中間強度 $H_{\text{B}}:300$ を得る冷却速度は $1.7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ 、また溶接性を考慮した高強度レールのCrなどを添加した合金鋼レールで $H_{\text{B}}:340$ を得る冷却速度は $1.7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ を必要とするからである。

つぎに $770^{\circ}\text{C}$ から $670^{\circ}\text{C}$ までを所定の冷却速度で冷却した後、ひきつづき同一気体噴射圧力で冷却して冷却を終了する冷却終了温度を前記(I)式の温度以下と限定した理由について述べると、レール頭部のバーライト変態が終了したときのレール頭部頭頂面下 $5\text{ mm}$ 位置の温度は前記(I)式に表わされる温度である。したがって、所望の冷却速度で冷却を行った後、(I)式に従ってそれ以下の温度で冷却を停止すればよい。(I)式の温度まで所定の冷却が行われると、レール頭部のバーライト変態は

終了するから、それ以後はどの様な冷却を行ってもよい。しかし冷却速度に対応した温度より高い温度、例えば冷却速度 $1.7^{\circ}\text{C}/\text{s}$ で $612^{\circ}\text{C}$ 以上、 $7.0^{\circ}\text{C}/\text{s}$ で $519^{\circ}\text{C}$ 以上で冷却を停止すると、レール頭部断面内においてバーライト変態が終了しない部分が生じ、レール長手方向頭部断面内に硬度ばらつきが生じる。またつづいて水のような冷媒を用いた強制冷却などを行うと、部分的にマルテンサイト組織が生成する恐れがある。このようにして得られた結果に基づいて冷却速度に対応する冷却停止温度を定め、冷却を停止するように操作することによって安定して均質な微細バーライト組織を得ることができる。

ここで冷却に用いる冷却開始温度、冷却速度および冷却停止温度をレール頭部頭頂面表面下 $5\text{ mm}$ 位置とした理由は、種々の研究実験を行う場合、温度を精度良く測定する必要がある。しかし実験室においては、冷却を行おうとするレールを圧延レールと同等の材質条件を再現する温度に加熱炉などによって再加熱を行う加熱条件や冷却開始ま

での待機時間の相違などから、レール表面に生成するスケールなどのため頭部頭頂面の表面温度を非接触で精度良く測定することが比較的難しいからである。

一方実操業における圧延レールの場合は、非接触温度計で頭部頭頂面表面温度で管理するのがよい。実操業の圧延レールは、圧延が終了して冷却装置までに到達する時間は安定して生産を行う上で常時一定の時間で到着する。したがって、この間にレール頭部の表面に生成するスケールはばらつきは少なく比較的安定している。

本発明者らは種々の研究実験によってレール頭部頭頂面表面下 $5\text{ mm}$ 位置および $24\text{ mm}$ 位置の温度測定と併せてレール頭頂面表面温度を非接触温度計で測定した結果、表面温度はレール頭部頭頂面表面下 $5\text{ mm}$ 位置に対して約 $3^{\circ}\text{C}$ 低い温度であり、冷却速度が大きくなると温度差はやや大きくなる傾向にある。しかし冷却速度に換算した場合、レール頭部頭頂面表面下 $5\text{ mm}$ 位置の結果とは殆ど差がなく、実用的範囲内においては殆ど問題がない

ことがわかった。

また前記(I)式および(I)式の冷却停止温度は、冷却中における冷却を停止する温度で、冷却装置内に構造上温度計が設置できず測温できないことがあり、冷却が終了して冷却装置から出た後、すなわちレール頭部表面温度が復熱した後に測温することができる。そのような場合についてさらに種々の研究実験を行った結果、頭頂面表面温度および表面下 $5\text{ mm}$ 位置温度の復熱は、冷却を停止して冷却装置から出で測温ができるまでの時間約20秒後で、いずれも約 $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ であった。したがって冷却が終了して冷却装置から出た後に温度測定を行い操業管理する場合は、前記(I)式および(I)式の温度に $15\sim 20^{\circ}\text{C}$ の温度を加算した温度以下になるように熱処理を行っても何ら問題はない。なお、加算する温度は冷却を終了して温度を測定するまでの復熱時間によって決まる。

以上の理由から、実操業においてはレール頭部頭頂面表面温度の管理で操業することが好ましい。したがって冷却速度はレール頭部頭頂面表面温度

では 767°C から 667°C 間を、冷却停止温度はレール頭部頭頂面表面温度では前記(2)式を用いて求め、あらかじめ定められた気体噴射圧力（流量、ノズル距離）で所定時間の冷却を行い、所望の強度の熱処理レールを得ることができる。

これらの結果から、圧延を終了したオーステナイト域温度以上の圧延熱を有し、かつレール長手方向にまた圧延レール毎に温度ばらつきがある圧延レールを、均熱することなく 7°C/s 以下の冷却速度でバーライト変態がほぼ終了するまで直接冷却して、レール長手方向と頭部全断面に亘って、また圧延レール間に亘ってもばらつきのない均一・均質化された中間強度から高強度熱処理レールを、生産性を損わず効率よく製造することができる。

#### (実施例)

次に本発明の実施例について説明する。

#### 実施例 1

本実施例における冷却条件は、レール頭部頭頂面下 5 mm 位置における温度を 700°C, 750°C, 800

下面に向けて噴射冷却するノズル、空気噴射圧力は第 3 図による）によって熱処理した。

本実施例における冷却条件は、レール頭部頭頂面表面温度をレール全長にわたって測定し、各レールの最高表面温度を基準にして熱処理を行った。第 1 表において冷却開始温度は、符合①では 780°C、符合②では 775°C、符合③では 770°C であった。それぞれの冷却速度  $V_s$  は、符合①、②ではいずれも 5°C/s、符合③では 3°C/s として冷却し、冷却終了温度  $T_{es}$  は(2)式より算出し決定した。 $T_{es}$  計算値は符合①、②では 538°C 以下、符合③では 576°C 以下である。したがって符合①では  $T_{es}$  を 535°C、符合②では  $T_{es}$  を 530°C、符合③では  $T_{es}$  を 567°C とした。

第 1 表 (wt%)

符合	C	Si	Mn	P	S	Cr
①(60K)	0.80	0.20	0.86	0.018	0.008	—
②(136RE)	0.79	0.53	1.04	0.017	0.007	0.18
③(136RE)	0.76	0.81	0.80	0.020	0.005	0.54

°C の 3 水準にして熱処理を行った。また冷却速度  $V$  は、普通炭素鋼レールでは 5°C/s, 7°C/s、合金鋼レールでは 3°C/s として冷却し、冷却終了温度  $T_{es}$  は(1)式より算出して、 $V$  が 5°C/s の場合  $T_{es}$  は 541°C 以下、 $V$  が 7°C/s の場合  $T_{es}$  は 519°C 以下、 $V$  が 3°C/s の場合  $T_{es}$  は 579°C 以下になるように冷却した。これらの試験結果を第 1 図に示す。本発明の方法によると、硬度  $H_v$  は冷却開始温度の影響を受けず、また硬度ばらつきは極めて小さく安定している。なお  $V$  が 10°C/s の場合、硬度  $H_v$  は冷却開始温度の影響を受け、硬度のばらつきは大きかった。

#### 実施例 2

第 1 表に示される化学成分を含有せしめたオーステナイト域温度以上の圧延熱を有する 60 キログラム/メートル (60K) および 136 ポンド/ヤード 圧延レール (136RE) を、本発明の方法により冷却媒体として空気を用いた空気噴射冷却法（冷却ノズルは第 2 図に示すレール頭部中央に指向して空気噴射流を、レール頭部頭頂面、頭側面および頸

得られた結果（冷却開始温度がレール頭頂面表面硬度に及ぼす影響）を第 5 図(a)～(c) に示す。第 5 図(a)～(c) に示すように本発明の冷却方法によると、冷却開始温度（レール頭頂面表面温度）に約 700°C から約 780°C のばらつきがあるにもかかわらず、硬度ばらつきは非常に少ない均一・均質な微細バーライト組織の熱処理レールが得られた。

#### （発明の効果）

以上説明したごとく本発明は、冷却開始時間にばらつきがあっても、レール全長に亘って耐摩耗性、耐損傷性に優れたばらつきの少ない均質な熱処理レールを安定して製造することができる。

#### 4. 図面の簡単な説明

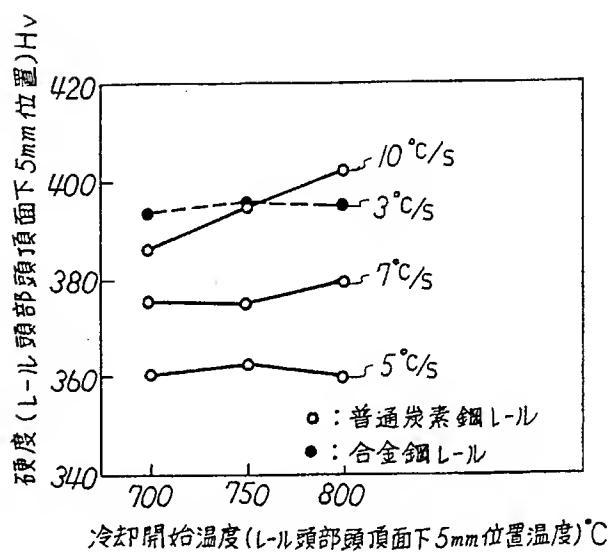
第 1 図はレールの冷却速度および冷却開始温度と硬度の関係を示す図、第 2 図は本実施例に用いた空気噴射頭部冷却ノズルの断面を示す図、第 3 図はレール頭部頭頂面下 5 mm 位置の冷却速度と空気噴射圧力（流量）およびノズル距離の関係を示す図、第 4 図はレール頭部頭頂面下 5 mm および 24 mm 位置の冷却曲線を示す図、第 5 図(a)～(c) は本発

明を実施した場合の冷却開始温度と硬度の関係を示す図である。

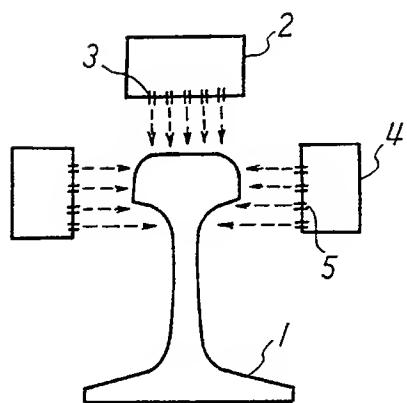
- 1 … レール
- 2 … レール頭部頭頂面冷却用ヘッダー
- 3 … レール頭部頭頂面冷却用ノズル
- 4 … レール頭部頭側面および頭下面冷却用ヘッダー
- 5 … レール頭部頭側面および頭下面冷却用ノズル

代理人 弁理士 秋 沢 政 光  
他 1 名

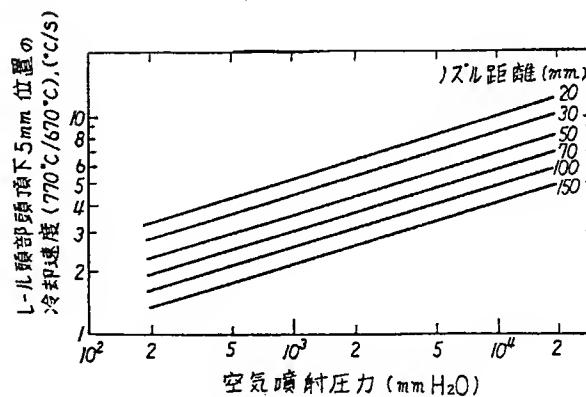
ガ1 図



ガ2 図

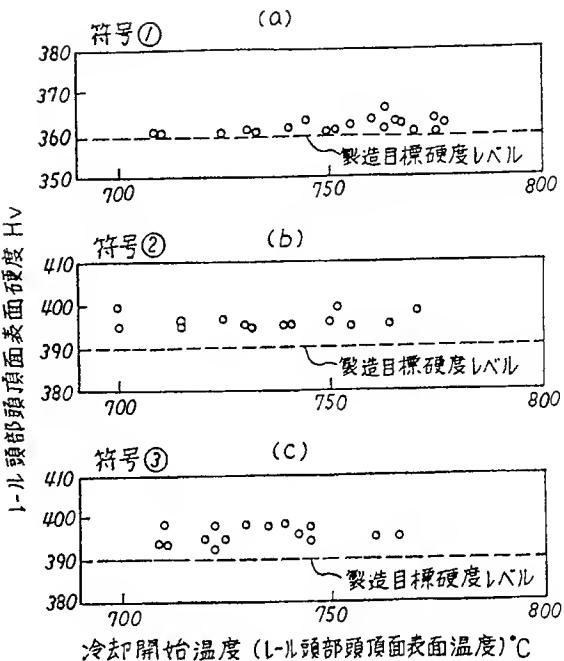
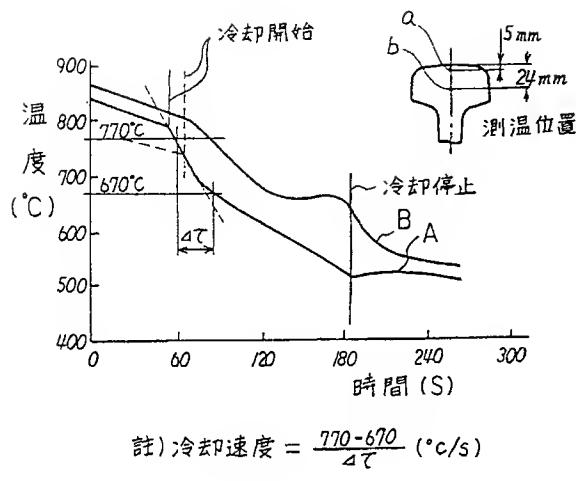


ガ3 図



ガ 5 図

ガ 4 図



第1頁の続き

②発明者 影山 英明 福岡県北九州市八幡東区枝光1-1-1 新日本製鐵株式会社八幡製鐵所内

## 自發手続補正書

平成元年12月28日

特許庁長官殿

## 1. 事件の表示

特願平 1-304903号

## 2. 発明の名称

レールの熱処理方法

## 3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人

住所 東京都千代田区大手町2丁目6番3号

名称 (665) 新日本製鐵株式会社

## 4. 代理人

居所 東京都中央区日本橋兜町12番1号

大洋ビル 〒103 電話 (666)6563

氏名 (5792) 井理士 秋沢 政光



## 5. 補正により増加する請求項の数 なし

## 6. 補正の対象 明細書(発明の詳細な説明)

## 7. 補正の内容

明細書22頁9行の「冷却開始時間に」を「冷却開始温度に」と補正する。

方式審査



2.1